

DERWENT- 1980-05492C

ACC-NO:

DERWENT- 198004

WEEK:

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

**TITLE:** Gasification of carbonaceous materials - by cooling liq. slag with water jet and mixing steam produced with primary burner gas, improving thermal efficiency, minimising pollution

INVENTOR: STAUDINGER, D I G

**PATENT-ASSIGNEE:** VOEST ALPINE AG[VEOS] , VOEST ALPINE IND ANLAGEN GMBH [VEOS]

**PRIORITY-DATA:** 1979DE-2920922 (May 23, 1979) , 1978AT-0009346 (December 29, 1978)

**PATENT-FAMILY:**

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
BE 878307 A	December 17, 1979	N/A	000	N/A
BR 7905060 A	May 20, 1980	N/A	000	N/A
CA 1154965 A	October 11, 1983	N/A	000	N/A
CH 644149 A	July 13, 1984	N/A	000	N/A
CS 7904746 A	May 30, 1980	N/A	000	N/A
DD 145276 A	December 2, 1980	N/A	000	N/A
DE 2920922 A	June 26, 1980	N/A	000	N/A
DE 2920922 B	May 27, 1981	N/A	000	N/A
FR 2445366 A	August 29, 1980	N/A	000	N/A
GB 2038866 A	July 30, 1980	N/A	000	N/A
GB 2038866 B	March 2, 1983	N/A	000	N/A
IT 1123463 B	April 30, 1986	N/A	000	N/A
NL 190707 B	February 1, 1994	N/A	009	C10J 003/16
NL 7905181 A	July 1, 1980	N/A	000	N/A
PT 70012 A	March 18, 1980	N/A	000	N/A
RO 78330 A	March 30, 1982	N/A	000	N/A
SE 7906181 A	July 28, 1980	N/A	000	N/A
SU 961564 A	September 25, 1982	N/A	000	N/A
US 4298355 A	November 3, 1981	N/A	000	N/A

US 4323366 A	April 6, 1982	N/A	000	N/A
ZA 7903675 A	May 26, 1980	N/A	000	N/A

**APPLICATION-DATA:**

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
NL 190707B	N/A	1979NL-0005181	July 3, 1979

**INT-CL** C10B000/00, C10J003/08 , C10J003/16 , C10J003/20 ,  
**(IPC) :** C10J003/46

**ABSTRACTED-PUB-NO:** BE 878307A

**BASIC-ABSTRACT:**

The process comprises gasifying carbonaceous dust in a burner, with oxygen or a gas contg. oxygen and water vapour and possibly an addn. of CO<sub>2</sub>. The primary gas thus obt'd. is conducted through a bulk of larger pieces of carbonaceous material in a vertical gasifier, forming an under pressure, producing gas and forming a liq. slag.

The liq. slag is received in a slag bath and is made to flow over a weir into a bath of cold water provided in the gasifier. The liq. slag is divided during its free fall between the weir and the cold water bath by jets of water. The slag is cooled and the steam formed is brought to the lower free surface of the bulk of larger pieces of carbonaceous material to form part of the steam necessary for the process.

The process is more reliable and more efficient economically than existing processes. Better use is made of the heat in the liq. slag and pollution of the environment is less.

**TITLE-** GASIFICATION CARBONACEOUS MATERIAL COOLING LIQUID SLAG WATER  
**TERMS:** JET MIX STEAM PRODUCE PRIMARY BURNER GAS IMPROVE THERMAL  
EFFICIENCY MINIMISE POLLUTION

**DERWENT-CLASS:** H09

**CPI-CODES:** H09-C;



①①

# Offenlegungsschrift 29 20 922

②①

Aktenzeichen:

P 29 20 922.1-24

②②

Anmeldetag:

23. 5. 79

②③

Offenlegungstag:

26. 6. 80

③①

Unionspriorität:

③② ③③ ③④

19. 12. 78 Österreich A 9346-78

⑤④

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Vergasung von Kohle

⑦①

Anmelder:

Voest - Alpine AG, Wien

⑦④

Vertreter:

Mertens, R., Dipl.-Ing.; Keil, R., Dipl.-Phys. Dr.phil.nat.; Pat.-Anwälte,  
6000 Frankfurt

⑦②

Erfinder:

Staudinger, Gernot, Prof. Dipl.-Ing. Dr., Graz (Österreich)

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

Frankfurt/Main

22.5.1979

V 16 PG 1

VOEST-ALPINE AKTIENGESELLSCHAFT

Friedrichstr. 4

1011 Wien/Österreich

"Verfahren und Vorrichtung zur  
Vergasung von Kohle"

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Vergasung von Kohle mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigem Gas und Wasserdampf sowie gegebenenfalls  $\text{CO}_2$ , bei welchem Staubkohle in mindestens einem Brenner, z.B. Zyklonbrenner, mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigem Gas und Dampf sowie gegebenenfalls zugegebenem  $\text{CO}_2$  vergast und das dabei entstehende Primärgas durch in einem Schachtvergaser enthaltene gröbere Kohle, z.B. eine obere und untere freie Oberflächen bildende Schüttung aus stückiger Kohle, vorzugsweise im Gegenstrom unter Druck von unten nach oben unter Erzeugung von Produktgas und Bildung von flüssiger Schlacke geleitet wird,

dadurch gekennzeichnet, daß man die flüssige Schlacke in dem Schachtvergaser in einem Schlackebad auffängt und über ein Überlaufwehr in ein in dem Schachtvergaser vorgesehene Kühlwasserbad abfließen läßt, daß man die flüssige Schlacke während des freien Falles zwischen dem Überlaufwehr und dem Kühlwasserband mittels einem oder mehreren Wasserstrahlen unter Kühlung der Schlacke und Bildung von Dampf zerstäubt und daß man mindestens einen Teil des Dampfes der gröberen Kohle, vorzugsweise der unteren freien Oberfläche der Schüttung, als Prozeßdampf zuführt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Massenströme der Wasserstrahlen in Summe 2 bis 10mal so groß sind wie der Massenstrom der abfließenden Schlacke.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wasserstrahlen eine Strömungsgeschwindigkeit zwischen 20 und 100 m/s aufweisen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Massentröme und/oder Strömungsgeschwindigkeiten der Wasserstrahlen regelbar sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß man mindestens einen Primärgasstrahl auf eine freie Oberfläche des Schlackebades richtet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß man den Primärgasstrahl über das Überlaufwehr in Gegenstrom zur flüssigen Schlacke richtet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der bei der Schlackezerstäubung entstehende Dampf von dem Primärgasstrahl in Richtung der gröberen Kohle, vorzugsweise der unteren freien Oberfläche der Schüttung mitgerissen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß man das in dem Kühlwasserbad entstehende Gemisch aus Kühlwasser und Schlackegranulat aus dem Kühlwasserbad abzieht, das Schlackegranulat abfiltert und das gereinigte Kühlwasser, gegebenenfalls unter Zugabe von Zusatzwasser, zur Bildung der Wasserstrahlen zurückführt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß man das Gemisch aus Kühlwasser und Schlackegranulat vor der Abfilterung des Schlackegranulats druckentspannt.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem den Schachtvergaser bildenden Druckbehälter zur Aufnahme der gröberen Kohle, vorzugsweise der Schüttung aus stückiger Kohle und mindestens einem Brenner zur Erzeugung von auf die gröbere Kohle, vorzugsweise die untere freie, in Form einer Böschung gebildete Oberfläche der Schüttung gerichteten Primärgasstrahlen, dadurch gekennzeichnet, daß sich vor der gröberen Kohle, vorzugsweise vor der unteren freien Oberfläche (13) der Schüttung (11) eine Kammer (21) befindet, in welche mindestens ein einen Primärgasstrahl (15) erzeugender Brenner (2) in Richtung auf die gröbere Kohle, vorzugsweise die untere freie Oberfläche (13) der

2920922

Schüttung (11) weist, welche Kammer (21) nach unten von einer ein Überlaufwehr (16) aufweisenden Schlackenbadwanne (22) begrenzt wird, und unter welcher Kammer (21) ein Kühlwasserbad (19) in dem Druckbehälter (1) angeordnet ist, und daß gegenüber dem Überlaufwehr (16) mindestens eine Wasserstrahllanze (23) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (21) nach unten wenigstens teilweise von der freien Oberfläche des Schlackebades (14) begrenzt wird.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein einen Primärgasstrahl (15) erzeugender Brenner (2) auf die Oberfläche des Schlackebades (14) gerichtet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (2) und die Wasserstrahllanze (23) unmittelbar oberhalb bzw. unmittelbar unterhalb des Überlaufwehrs (16) an einer Dampfdurchtrittsöffnung (24) zwischen Kühlwasserbad (19) und Kammer (21) angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schüttung (11) in einem aus Kühlmittelleitungen gebildeten Korb (3) aufgenommen ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Korb (3) zur oberen Begrenzung der Kammer (21) einen einwärts weisenden Vorsprung (20) hat.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß in den Korb (3) mindestens ein Vorschubapparat (9, 10), z.B. eine wassergekühlte Schnecke, zur Bewegung der Stückkohle in Richtung auf die untere freie Oberfläche (13) der Schüttung (11) hineinragt.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem Kühlwasserbad (19), gegebenenfalls unter Zwischenschaltung eines Entspannungsgefäßes (34) ein Schlacke-Granulatfilter (36) nachgeschaltet ist, dessen Kühlwasserausgang (37) mit der Wasserstrahl-lanze (23) verbunden ist.



NACHGEFICHT

VOEST-ALPINE AKTIENGESELLSCHAFT

Friedrichstr. 4

1011 Wien/Österreich

"Verfahren und Vorrichtung zur  
Vergasung von Kohle"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vergasung von Kohle mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigem Gas und Wasserdampf sowie gegebenenfalls  $\text{CO}_2$ , bei welchem Staubkohle in mindestens einem Brenner, z.B. Zyklonbrenner, mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigem Gas und Dampf sowie gegebenenfalls zugegebenem  $\text{CO}_2$  vergast und das dabei entstehende Primärgas durch in einem Schachtvergaser enthaltene gröbere Kohle, z.B. eine obere und untere freie Oberflächen bildende Schüttung aus stückiger Kohle vorzugsweise im Gegenstrom unter Druck von unten nach oben unter Erzeugung von Produktgas und Bildung von flüssiger Schlacke geleitet wird.

Unter Kohle werden im vorliegenden Zusammenhang die verschiedensten Brennstoffe verstanden, welche freien Kohlenstoff enthalten, wie etwa Antrazit, bituminöse Kohlen, Braunkohle, Ruß, Briketts. Statt der feinen Fraktion können auch flüssige oder gasförmige Brennstoffe Verwendung finden. Durch die Vergasung entsteht ein Gas, welches Kohlenmonoxid und Wasserstoff enthält. Ein solches Gas kann je nach

seiner Zusammensetzung als Brenngas dienen, zum Einsatz in Brennstoffzellen, aber auch für die Synthese von z.B. Ammoniak, Methanol, Kohlenwasserstoffen, Phosgen und Oxo-Alkoholen.

Bei der autothermen Vergasung, von welcher die vorliegende Erfindung ausgeht, findet also eine Kombination der Vergasung von gröberer, vorzugsweise stückiger Kohle unter erhöhtem Druck, vorzugsweise im Festbett im Gegenstrom mit der Vergasung von Staubkohle unter erhöhtem Druck im Gleichstrom statt, wobei durch die Prozeßführung dafür gesorgt wird, daß in einem Temperaturbereich oberhalb des Ascheerweichungspunktes gearbeitet wird und die Schlacke im flüssigen Zustand aus dem rostlosen Schachtvergaser abgezogen wird. Die gröbere Kohle, die vorzugsweise als Schüttung aus stückiger Kohle vorliegt, übernimmt dabei die Funktion einer Kühl- und Filtereinheit für das im unteren Teil des Schachtvergasers zugeführte heiße Primärgas. Der Prozeßwärmebedarf wird durch die Teilverbrennung der Staubkohle mit Sauerstoff aufgebracht.

Für die autotherme Vergasung von Kohle mit Sauerstoff sind drei Verfahrensprinzipien bekannt:

1. Die Flugstromvergasung, bei welcher fein gemahlener Kohlenstaub verwendet und ein Gas mit hoher Temperatur und geringem Methangehalt erzeugt wird,
2. die Wirbelschichtvergasung, bei welcher die Kohle mit mittlerer Korngröße eingesetzt und mittlere Gastemperaturen erzielt werden, und

3. die Schachtvergasung, bei welcher eine stückige Kohle eingesetzt und ein Gas mit niedrigerer Temperatur und wenn nicht Koks eingesetzt wird, hohem Methangehalt erzeugt wird.

Wegen der schlechten Wärmeökonomie der Flugstaubvergaser und der Empfindlichkeit der Schachtvergaser gegenüber Feinkohle wurden bereits verschiedene Kombinationen der beiden Verfahren vorgeschlagen. Aus der DE-PS 4 58 879 ist beispielsweise ein Verfahren zum Vergasen von Kohle der eingangs genannten Art bekannt, bei welchem die Kohle durch Absieben in einen stückigen und einen staubförmigen Teil zerlegt und der stückige Teil einem Schachtvergaser zugeführt wird, während die Staubkohle in einem Brenner vergast und das dabei entstehende Primärgas zum Trocknen und Vergasen der stückigen Kohle in den Schachtvergaser geführt wird. Die flüssige Schlacke sammelt sich am schrägen Boden des Schachtvergasers vor der als Böschung ausgebildeten unteren freien Oberfläche der Schüttung aus stückiger Kohle und kann von dort über einen Schlackeabzug abgelassen werden. Der Vorgang kann in an sich bekannter Weise durch Einblasen von Wasserdampf beeinflusst werden. Bei diesem Verfahren ist der Schlackeabzug problematisch, insbesondere wenn unter Druck gearbeitet wird. Das Verfahren ist außerdem unwirtschaftlich, weil für die Zufuhr von Wasserdampf besondere Energie aufgewendet werden muß.

Aus der DE-PS 2 88 588 ist es an sich bekannt, zur Verbesserung des Wärmehaushaltes bei einem Vergasungsverfahren die am unteren Teil eines Schachtvergasers abfließende Schlacke sofort innerhalb des Schachtvergasers abzulöschen und in einem Wasserbad zu granulieren. Dabei wird die flüssige Schlacke zunächst von einer Wanne aufgefangen und fließt von dieser in das unterhalb des Schachtvergasers angeordnete Wasserbad. Der beim Eintritt der Schlacke

in das Wasserbad entstehende Wasserdampf wird über eine Umgangsleitung in den oberen Teil des Schachtvergasers oberhalb der Schlackenschmelzzone eingedrückt. Hierdurch soll vermieden werden, daß der Wasserdampf in den unteren Teil des Schachtreaktors gelangt. Bei diesem Verfahren ist eine nur ungenügende Ausnutzung des Wärmeinhaltes der flüssigen Schlacke möglich, da der entstehende Dampf nur unbefriedigend als Prozeßdampf ausgenutzt wird.

Aus Chem. Ing. Technik 1956, Nr. 1, Seiten 25 bis 30 ist ein Schlackebadgenerator bekannt, bei welchem staubförmiger Brennstoff und Vergasungsmittel in gesonderten Düsen in den Schachtvergasers schräg nach unten und nahezu tangential in Höhe eines am Boden des Schachtvergasers befindlichen Schlackeüberlauf eingeblasen werden. Die Überlaufende Schlacke gelangt in ein unter dem Boden des Schachtvergasers angeordnetes Wasserbad zur Granulierung. Bei Zuführung von Wasserdampf in den Vergasungsprozeß muß dieser gesondert hergestellt werden.

Nach der DE-PS 10 42 817, bei welcher von zwei seitlichen Staubvergasern geliefertes Primärgas durch die Schüttung in dem Schachtvergasers geführt wird, muß der Kohlestaub weitgehend mit Sauerstoff umgesetzt sein, bevor er auf die Schüttung aus stückiger Kohle oder Koks trifft, da sonst das Bett verstopfen würde. Bei diesem Verfahren kann die Asche flüssig oder trocken abgezogen werden.

Der Abstich von flüssiger Schlacke aus Schachtvergasern, die unter Druck stehen, verlangt komplizierte technische Einrichtungen, so daß sämtliche zuvor genannten Verfahren sich nicht für die Vergasung unter Druck eignen. Außerdem geht bei den bekannten Verfahren der fühlbare und latente Wärmeinhalt der flüssigen Schlacke ganz oder weitgehend verloren.

Aus der DE-PS 9 08 516 ist ein Verfahren zur Herstellung von Brenngasgemischen aus feinkörnigen Brennstoffen bekannt, bei welchem ein Teil der Kohle in Brennern, welche vorteilhaft als Zyklonbrenner ausgebildet sind, mit den Vergasungsmitteln Sauerstoff und Dampf verbrannt wird und das so entstandene Primärgas durch eine Wirbelschicht aus der restlichen Kohle hindurchströmt, wobei es zu chemischen Reaktionen mit der Kohle und zu einer Kühlung des Primärgases kommt. Dieses Verfahren verbindet zwar die relativ hohen Raum-Zeit-Ausbeuten eines Gleichstromverfahrens in der ersten Stufe mit der guten Wärmenutzung eines Gegenstromverfahrens in der zweiten Stufe. Es ist jedoch nur dann in der Praxis durchführbar, wenn die Brenner eine trockene Asche erzeugen, da andernfalls das Wirbelbett verkleben würde.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß es zuverlässig und mit höherer Wirtschaftlichkeit, insbesondere besserer Wärmeausnutzung der flüssigen Schlacke und geringer Umweltbelastung ausführbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man die flüssige Schlacke in dem Schachtvergaser in einem Schlackebad auffängt und über ein Überlaufwehr in ein in dem Schachtvergaser vorgesehenes Kühlwasserbad abfließen läßt, daß man die flüssige Schlacke während des freien Falles zwischen dem Überlaufwehr und dem Kühlwasserbad mittels einem oder mehreren Wasserstrahlen unter Kühlung der Schlacke und Bildung von Dampf zerstäubt und daß man mindestens einen Teil des Dampfes der gröberen Kohle, vorzugsweise der unteren freien Oberfläche der Schüttung, als Prozeßdampf zuführt.

Damit wird auf wirksame Weise die fühlbare Wärme der flüssigen Schlacke genutzt und der dabei entstehende Wasserdampf kann mit dem aus den Brennern zugeführten,  $\text{CO}_2$  enthaltenden Primärgas vor dessen Eintritt in die gröbere Kohle, vorzugsweise die untere freie Oberfläche der Schüttung direkt gemischt werden. Bei Kohlen mit einem Aschegehalt von über 2 bis 10 % ist je nach der gewünschten Gaszusammensetzung überhaupt kein Zusatzdampf mehr erforderlich. Wenn der Aschegehalt der Kohle 20 % oder mehr beträgt, ist die Dampfbildung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren so groß, daß es wirtschaftlich werden kann, nicht mehr allen Dampf als Prozeßdampf zu verwenden, sondern einen Teilstrom abzuzweigen und anderweitig, z.B. zur Vortrocknung der Kohle oder zur Erzeugung von mechanischer oder elektrischer Energie einzusetzen. Für die Bildung der Wasserstrahlen können das prozeßeigene Kühlwasser, aber auch das Kondensatwasser, welches in der nachgeschalteten Gasreinigung anfällt, und auch andere belastete Abwässer, welche in den vor- und nachgeschalteten Verfahren anfallen, eingesetzt werden. Aufgrund dessen ist das erfindungsgemäße Verfahren sehr umweltfreundlich, da keine Prozeßabwässer abgegeben zu werden brauchen, sondern sogar noch andere belastete Abwässer aufgenommen werden können.

Für eine wirksame Granulierung und Dampferzeugung hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Massenströme der Wasserstrahlen in Summe 2 bis 10mal so groß zu halten wie den Massenstrom der abfließenden Schlacke.

Hierbei sind für die Wasserstrahlen Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 20 und 100 m/s zweckmäßig.

Wenn die Massenströme und/oder die Strömungsgeschwindigkeit der Wasserstrahlen regelbar sind, kann Einfluß

auf die Intensität der Granulierung genommen werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird mindestens ein Primärgasstrahl aus den Brennern auf die freie Oberfläche des Schlackebades gerichtet. Auf diese Weise kann eine vollständige Vergasung auch noch der im Schlackebad aufschwimmenden Kohle und eine relativ hohe Temperatur und damit Dünnschmelzbarkeit des Schlackebades erreicht werden.

Wenn man ferner den Primärgasstrahl über das Überlaufwehr im Gegenstrom zur flüssigen Schlacke richtet, kann das Überlaufwehr auf einfache Weise von Verstopfungen durch aufschwimmende Kohlestücke freigehalten werden.

Der Primärgasstrahl ist vorteilhafterweise so gerichtet und so dicht benachbart an der Stelle angeordnet, an welcher die Wasserstrahlen auf die abfließende Schlacke auftreffen, daß der bei der Schlackezerstäubung entstehende Dampf von dem Primärgasstrahl in Richtung der gröberen Kohle, vorzugsweise der unteren freien Oberfläche der Schüttung mitgerissen wird. Dadurch kann eine wirksame Zuführung des bei der Schlackezerstäubung entstehenden Dampfes in die Kohleschüttung erzielt werden.

Wenn man das in dem Kühlwasserbad entstehende Gemisch aus Kühlwasser und Schlackegranulat aus dem Kühlwasserbad abzieht, das Schlackegranulat abfiltert und das gereinigte Kühlwasser, gegebenenfalls unter Zugabe von Zusatzwasser, zur Bildung der Wasserstrahlen zurückführt, ist sichergestellt, daß bei dem erfindungsgemäßen Vergasungsprozeß keine umweltbelastenden Abwässer entstehen. Als Zusatzwasser kann man das Waschwasser der Produktgasreinigung nach Beseitigung des HCN durch Strippen mit Luft unter bleibender Restbelastung an  $H_2S$  und  $CS_2$  ver-

wenden. Die Bildung komplexer Zyanide aus der Absorption von HCN aus dem Produktgas im Kühlwasser und der anschließenden Reaktion dieses HCN mit der Schlacke wird durch ein relativ hohes Angebot an Sauerstoff im Primärgas und den Netto- Dampfstrom aus dem Wasserbad in Richtung Überlaufwehr und in Richtung der unteren freien Oberfläche der Kohleschüttung vermieden.

Vor der Abfilterung des Schlackegranulates aus dem Gemisch aus Kühlwasser und Schlackegranulat kann man dieses zweckmäßigerweise noch druckentspannen; der dabei entstehende Dampf kann einer Verwertung zugeführt werden.

Die Erfindung ist auch auf eine Vorrichtung zur Durchführung des zuvor erläuterten Verfahrens gerichtet. Die Vorrichtung ist mit einem den Schachtvergaser bildenden Druckbehälter zur Aufnahme der gröberen Kohle, vorzugsweise der Schüttung aus stückiger Kohle und mindestens einem Brenner zur Erzeugung von auf die gröbere Kohle, vorzugsweise die untere freie, in Form einer Böschung gebildete Oberfläche der Schüttung gerichteten Primärgasstrahlen ausgestattet und dadurch gekennzeichnet, daß sich vor der gröberen Kohle, vorzugsweise vor der unteren freien Oberfläche der Schüttung eine Kammer befindet, in welche mindestens ein einen Primärgasstrahl erzeugender Brenner in Richtung auf die gröbere Kohle, vorzugsweise die untere freie Oberfläche der Schüttung weist, welche Kammer nach unten von einer ein Überlaufwehr aufweisenden Schlackenbadwanne begrenzt wird, und unter welcher Kammer ein Kühlwasserbad in dem Druckbehälter angeordnet ist, und daß gegenüber dem Überlaufwehr mindestens eine Wasserstrahl-lanze angeordnet ist.

Die untere freie Oberfläche der Schüttung grenzt also unmittelbar an die Kammer, in welcher der den Primärgasstrahl



erzeugende Brenner mündet. In dieser Kammer kann die intensive Zumischung des bei der Schlackezerstäubung entstehenden Wasserdampfes zu dem Primärgas stattfinden.

Wenn die Kammer nach unten wenigstens teilweise von der freien Oberfläche des Schlackebades begrenzt wird, kann die flüssige Schlacke aus dem Schlackenbad ungestört über das Überlaufwehr abfließen.

Wenn mindestens ein einen Primärgasstrahl erzeugender Brenner auf die Oberfläche des Schlackebades gerichtet ist, wird ein Verstopfen des Überlaufwehres verhindert.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind Brenner und Wasserstrahllanze unmittelbar oberhalb bzw. unmittelbar unterhalb des Überlaufwehres an einer Dampfdurchtrittsöffnung zwischen Kühlwasserbad und Kammer angeordnet. Auf diese Weise wird der bei der Zerstäubung der flüssigen Schlacke entstehende Dampf von dem Primärgasstrahl des Brenners wirksam mit in Richtung der unteren freien Oberfläche der Schüttung gerissen.

Es ist zweckmäßig, die Schüttung in einem aus Kühlmittelleitungen gebildeten Korb aufzunehmen, da dann die Hitzebeanspruchung des den Schachtvergaser bildenden Druckbehälters verringert wird.

Die bei der Erfindung erwünschte freie untere Oberfläche der Schüttung nach Art einer Böschung kann auf einfache Weise zwangsläufig dadurch ausgebildet werden, daß der Korb zur oberen Begrenzung der Kammer einen einwärts weisenden Vorsprung hat.

Dadurch daß die Primärgasstrahlen auf die untere freie Oberfläche der Schüttung gerichtet sind, findet dort trotz der Abfilterung von Schlacketröpfchen aus dem Primärgasstrom eine wirksame Vergasung statt. Dieser Umstand wird noch dadurch gefördert, wenn in den Korb mindestens ein Vorschubapparat, z.B. eine wassergekühlte Schnecke, zur Bewegung der Stückkohle in Richtung auf die untere freie Oberfläche der Schüttung hineinragt, da dann diese freie Oberfläche in Bewegung bleibt und immer wieder erneuert wird.

Die Abgabe von umweltbelasteten Abwässern wird dann vermieden; wenn bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung dem Kühlwasserbad, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung eines Entspannungsgefäßes, ein Schlackegranulatfilter nachgeschaltet ist, dessen Kühlwasserausgang mit der Wasserstrahl-lanze verbunden ist.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der beiliegenden Zeichnung. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger sinnvoller Kombination den Gegenstand der vorliegenden Erfindung, auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

Es zeigt:

Fig. 1 schematisch einen Vertikalschnitt durch eine die Erfindung aufweisende Vergasungsvorrichtung,

Fig. 2 einen Horizontalschnitt entlang der Linie I-I von Fig. 1,

Fig. 3 einen Horizontalschnitt entlang der Linie II-II von Fig. 1, und

Fig. 4 schematisch die Kreislaufführung des bei dem erfindungsgemäßen Verfahren anfallenden Kühlwassers.

Ein Druckbehälter 1, der eine Außenisolierung 33 aufweist, bildet einen Schachtvergaser. Der Druckbehälter 1 hat einen vertikalen oberen Abschnitt und einen seitlich abgewinkelten unteren Abschnitt. In den oberen Abschnitt des Druckbehälters 1 wird die stückige Kohle über eine Schleuse 4 aufgegeben, welche nach jedem Takt mit einem inerten Gas, z.B. Dampf, durch eine Leitung 5 gespült wird. Die stückige Kohle gelangt in einen in dem Druckbehälter 1 aufgenommenen Kühlkorb 3 aus Kühlwasserleitungen und bildet in diesem eine Schüttung 11 mit einem eine obere freie Oberfläche 12 aufweisenden Schüttkegel. Die Leitungen des Kühlkorbes 3 werden über einen unteren Ringverteiler 31 versorgt, zu welchem Fallrohre 30, die in dem Zwischenraum zwischen dem Kühlkorb 3 und dem Druckbehälter 1 liegen, von einem oberen Ringverteiler 29 führen, an welchen eine Kühlwasserzufuhrleitung 7 angeschlossen ist. Das in dem Kühlkorb 3 aufsteigende Kühlwasser gelangt in einen oberen Ringsammler 28 und wird von dort über eine Kühlwasserabfuhrleitung 8 abgezogen. Der Kühlkorb 3 hat im unteren Drittel einen einwärts weisenden Vorsprung 20, welcher die obere Begrenzung einer darunter liegenden Kammer 21 bildet. Aufgrund der so in dem Kühlkorb 3 vorliegenden Verengung entsteht zwangsläufig am unteren Ende der Schüttung 11 eine schräg liegende böschungartige untere freie Oberfläche 13, welche die Kammer 21 begrenzt. Unten steht die Schüttung 11 auf einer am unteren Teil des Kühlkorbes 3 ebenfalls von Kühlmittleitungen gebildeten Schlackenbadwanne 22 auf. Im unteren Bereich,

also unterhalb des Vorsprungs 20 ist die Innenseite des Kühlkorbes 3 einschließlich der Schlackenbadwanne 22 mit einer feuerfesten Stampfmasse 32 versehen. Die die untere freie Oberfläche 13 der Schüttung 11 bildende Böschung hat einen Abstand von einem an dem der Schüttung 11 abgewandten Ende der Schlackenbadwanne 22 ausgebildeten Überlaufwehr 16. Das Überlaufwehr 16 ist, wie insbesondere aus Fig. 3 ersichtlich, V-förmig ausgebildet. Zwischen der unteren freien Oberfläche 13 und dem Überlaufwehr 16 kann sich beim Betrieb des Schachtvergasers die flüssige Schlacke mit einer freien Oberfläche in einem Schlackenbad 14 sammeln. Die freie Oberfläche des Schlackenbades 14 begrenzt die Kammer 21 bis auf eine später noch zu erläuternde Dampfdurchtrittsöffnung 24 die Kammer 21 nach unten. Der äußere Teil der Kammer 21 wird von dem Kühlkorb 3 mit Stampfmasse 32 begrenzt. Dem Überlaufwehr 16 unmittelbar gegenüberliegend ist in der Wandung des Druckbehälters 1 ein Brenner 2 angeordnet, dem Staubkohle, Sauerstoff oder Sauerstoff enthaltendes Gas und gegebenenfalls Zusatzdampf zugeführt werden. Der von dem Brenner 2 gebildete Primärgasstrahl 15 ist schräg nach unten in Richtung auf die untere freie Oberfläche 13 und die freie Oberfläche des Schlackebades 14 gerichtet. Auf diese Weise wird eine intensive Vergasung an der unteren freien Oberfläche 13 und auch der auf dem Schlackebad 14 aufschwimmenden Kohle erreicht und ein Verstopfen des Überlaufwehres 16 verhindert, denn der Primärgasstrahl 15 ist dem zu dem Überlaufwehr 16 fließenden Schlackestrom entgegengerichtet. Die flüssige Schlacke, die über das Überlaufwehr 16 tritt, bildet einen herabfallenden Schlackenstrom 17 in der Dampfdurchtrittsöffnung 24. Auf den freifallenden Schlackenstrom 17 ist ein von einer in der Wandung des Druckbehälters 1 angeordneten Wasserstrahllanze 23 ausgehender Druckwasserstrahl 18 gerichtet. Hierdurch

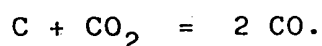
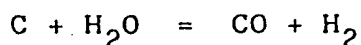
wird die flüssige Schlacke fein zerstäubt und abgekühlt. Gleichzeitig entsteht Dampf, welcher als Prozeßdampf durch die Dampfdurchtrittsöffnung 24 in die Kammer 21 von dem Primärgasstrahl 15 mitgerissen wird und dort zusammen mit dem Primärgas in die untere freie Oberfläche 13 der Schüttung 11 eintritt. Sowohl der Primärgasstrahl 15 als auch der Druckwasserstrahl 18 lassen sich regulieren, um den Prozeßablauf zu steuern und zu beeinflussen, bzw. die den Prozeßerfordernissen entsprechende Löschwassermenge zur Verfügung zu stellen. Überschüssiger Dampf kann über einen Dampfablaß 25 abgezogen werden. Die zerstäubte wenigstens teilweise gekühlte Schlacke gelangt zur endgültigen Granulierung mit dem nicht verdampften Kühlwasser des Druckwasserstrahles 18 in ein unterhalb der Schlackenbadwanne 22 in dem Druckbehälter 1 angeordnetes Wasserbad 19. Aus diesem Wasserbad 19 kann das Gemisch aus granulierter Schlacke und Kühlwasser über eine Austragsschleuse 26 abgelassen werden. Am tiefsten Punkt neben der Austragsschleuse 26 befindet sich in dem Druckbehälter 1 ein Kondenswasserablaß 27 für den Ablaß des in dem Druckbehälter 1 während des Anfahrens kondensierten Wasserdampfes. Zur Förderung der stückigen Kohle aus der Schüttung 11 in Richtung auf die untere freie Oberfläche 13 befinden sich zwei schräg nach unten weisende, ebenfalls von Kühlmittel durchströmte Förderschnecken aufweisende Vorschubapparate 9 und 10. Am oberen Teil des Druckbehälters 1 befindet sich ein ebenfalls gekühlter Gasauslaß 6 für das Produktgas. Die Kühlmittelleitungen des Gasauslasses 6 können gesondert versorgt werden, aber auch beispielsweise mit den Leitungen des Kühlkorbes 3 verbunden sein.

Gemäß Fig. 4 gelangt das Gemisch aus Schlackegranulat und Kühlwasser über die Austragsschleuse 26 zunächst in ein Entspannungsgefäß 34 mit Dampfableitung 35, von dort

aus in ein Schlackegranulatfilter 36. Das Granulat wird über einen Granulatabgang 38 abgegeben. Der Kühlwasserausgang 37 ist über eine Pumpe 40 und eine Rückführungsleitung 41 zu der Wasserstrahllanze 23 zurückgeführt. Vor der Pumpe 40 kann eine Zusatzwasserleitung 39 in die Verbindung zwischen Kühlwasserausgang 37 und Rückführungsleitung 41 münden.

Das beschriebene Verfahren erlaubt die Vergasung von solchen Kohlen, die einen relativ großen Anteil feinen Korns enthalten. Die Wärmeökonomie ist besonders günstig, da auch der Wärmeinhalt der flüssigen Schlacke für den Prozeß genützt wird. Die Schlacke wird im dünnflüssigen Zustand zerstäubt, weshalb kleine Schlackegranalien entstehen, die problemlos ausgeschleust und weiterbehandelt werden können. Das Vergasungsverfahren produziert keine die Umwelt belastenden Abwässer, es ist darüber hinaus noch imstande, fremde Abwässer aufzunehmen. Bei dem Verfahren können in ein- und demselben Reaktor sowohl  $\text{CH}_4$ -armes Synthesegas für die chemische Industrie wie auch  $\text{CH}_4$ -reiches Gas als Pipelinegas oder für Kohlenwasserstoff-Synthesen hergestellt werden. Der günstige Abbrand ohne Verstopfung der Schüttung 11 und die Ausnützung des Löschdampfes sind besondere Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens. Das Verfahren kann beispielsweise bei einer hohen Gasaustrittstemperatur von z.B.  $1050^\circ \text{C}$  betrieben werden. Der Methan-gehalt des Produktgases ist dann sehr niedrig. In dem Druckbehälter 1 herrscht dabei etwa ein Druck von 35 bar abs.. In den Kühlmittelrohren des Kühlkorbes wird Dampf mit 40 bar abs. erzeugt. Dieser kann zum größten Teil in in der Gasreinigung verbraucht werden. Der Überschuß kann an eine Sauerstoffanlage abgegeben oder zur Erzeugung elektrischer Energie verwendet werden.

Als Brenner werden vorteilhaft solche Reaktionsapparate verwendet, bei denen Kohlestaub, Sauerstoff und ggf. Dampf oder  $\text{CO}_2$  nicht nur eine innige Mischung und chemische Umsetzung erfahren, sondern auch eine Vorabscheidung der flüssigen Schlacketrophen erfolgt. Für diesen Zweck sind Zyklonbrenner besonders gut geeignet. Der Primärgasstrahl, welcher aus den Brennern 2 in die Kammer 21 tritt, ist also weitgehend frei von flüssigen Schlacketrophen. Die Abscheidung der restlichen, sehr feinen Schlacketrophen findet während der Durchströmung der Schüttung 11 an der unteren freien Oberfläche 13 statt, die sich ständig erneuert und dadurch nicht verstopft. Das Primärgas enthält  $\text{CO}_2$ . Vor Eindringen in die Schüttschicht wird es mit dem Dampf gemischt.  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  reagieren mit dem Kohlenstoff der Schüttung 11 nach den folgenden Gleichungen:



Da beide Reaktionen endotherm sind, findet eine rasche Kühlung des Primärgases statt. Die Gasaustrittstemperatur kann durch die Höhe der Schüttung 11 eingestellt werden. Sie liegt je nach Betthöhe zwischen 300 und 1200°C.

Der Methangehalt des Gases wird außer durch die Eigenschaften der Kohle noch durch die Temperatur und Verweilzeit des Gases in dem Raum über der Schüttung 11 bestimmt. Wird z.B. für eine chemische Synthese ein Gas mit niedrigem Methangehalt gewünscht, dann wird bei einer Temperatur zwischen 950 und 1200°C die Verweilzeit zwischen 3 und 10 s betragen. Ein methanreiches Gas entsteht bei 250 bis 800°C und 0 bis 5 s Verweilzeit.

Die Schüttung 11 aus stückiger Kohle muß nicht nur eine bestimmte Höhe haben, sondern auch den Durchtritt des Primärgases und der Zersetzungsprodukte, welche aus der Stückkohle entstehen, zulassen. Die Durchströmung ist gewährleistet, wenn die mittlere Korngröße der Stückkohle 10 mm, und die kleinste Korngröße 5 mm nicht unterschreitet. Die größten Kohlestücke sollen nicht größer als 100 mm sein. Um Probleme bei der Einschleusung zu vermeiden, wird die Kohlenstückgröße zweckmäßigerweise auf 50 mm beschränkt bleiben.



NACHGEREICHT

Bezugszeichenliste:

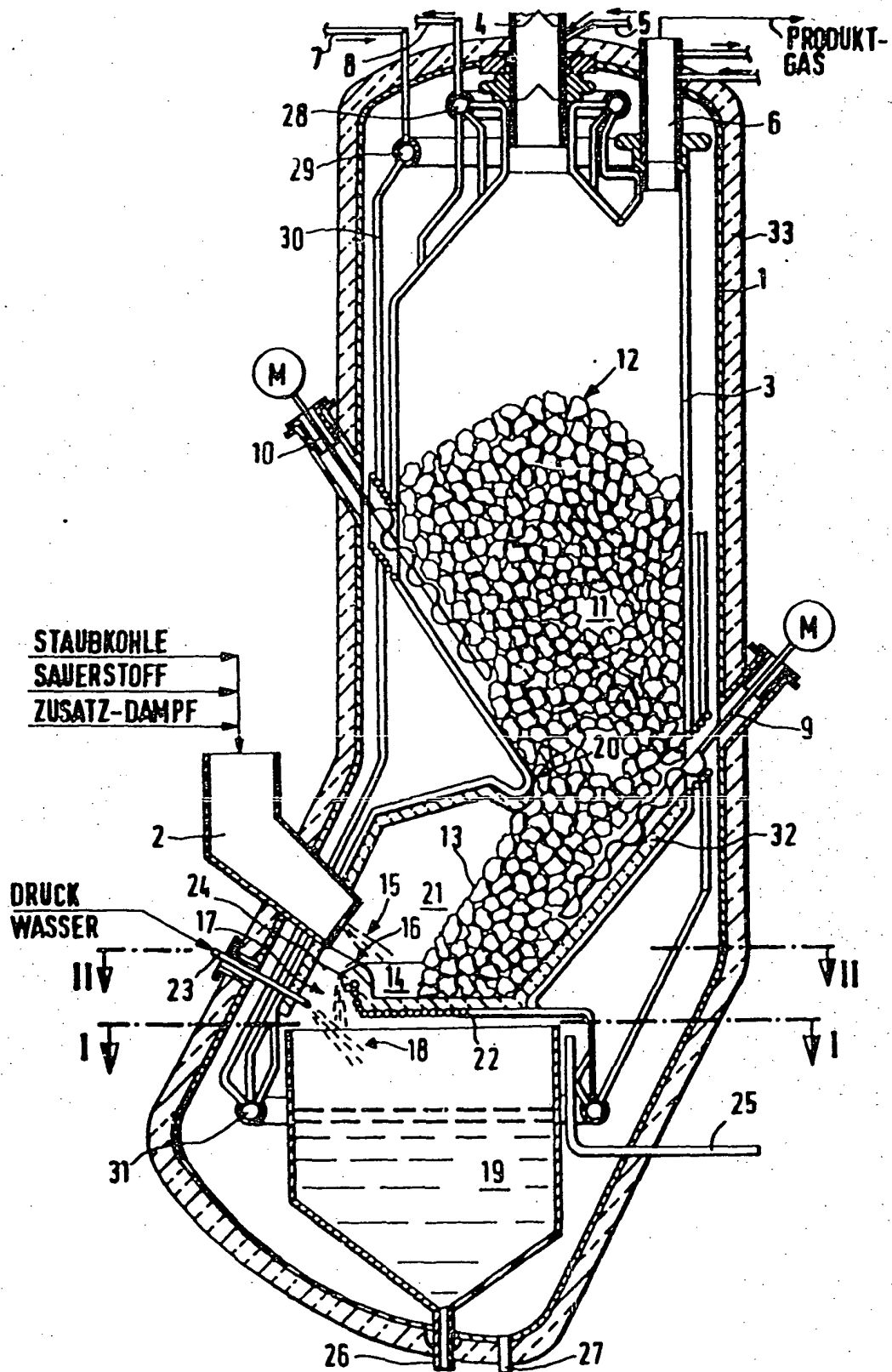
- 1 Druckbehälter
- 2 Brenner
- 3 Kühlkorb
- 4 Schleuse
- 5 Leitung
- 6 Gasauslaß
- 7 Kühlwasserzufuhr
- 8 Kühlwasserabfuhr
- 9 Vorschubapparat
- 10 Vorschubapparat
- 11 Schüttung
- 12 obere freie Oberfläche
- 13 untere freie Oberfläche
- 14 Schlackebad
- 15 Primärgasstrahl
- 16 Überlaufwehr
- 17 Schlackestrom
- 18 Druckwasserstrahl
- 19 Wasserbad
- 20 Vorsprung
- 21 Kammer
- 22 Schlackenbadwanne
- 23 Wasserstrahllanze
- 24 Dampfdurchtrittsöffnung
- 25 Dampfableiß
- 26 Austragsschleuse
- 27 Kondenswasserableiß
- 28 Ringverteiler
- 29 Ringverteiler
- 30 Fallrohre

- 31 Ringsammler
- 32 Stampfmasse
- 33 Isolierung
- 34 Entspannungsgefäß
- 35 Dampfableitung
- 36 Schlackegranulatfilter
- 37 Kühlwasserausgang
- 38 Granulatabgang
- 39 Zusatzwasserleitung
- 40 Pumpe
- 41 Rückführungsleitung

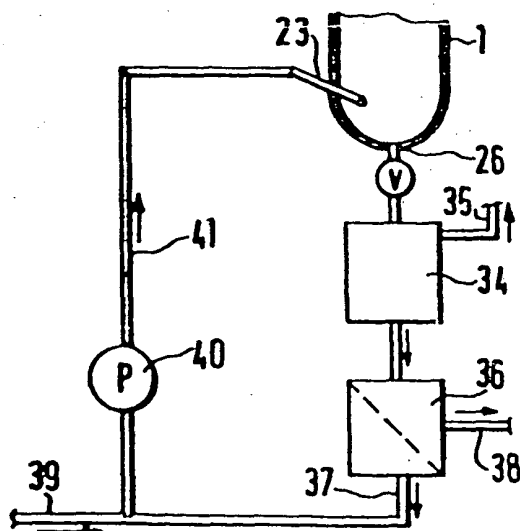
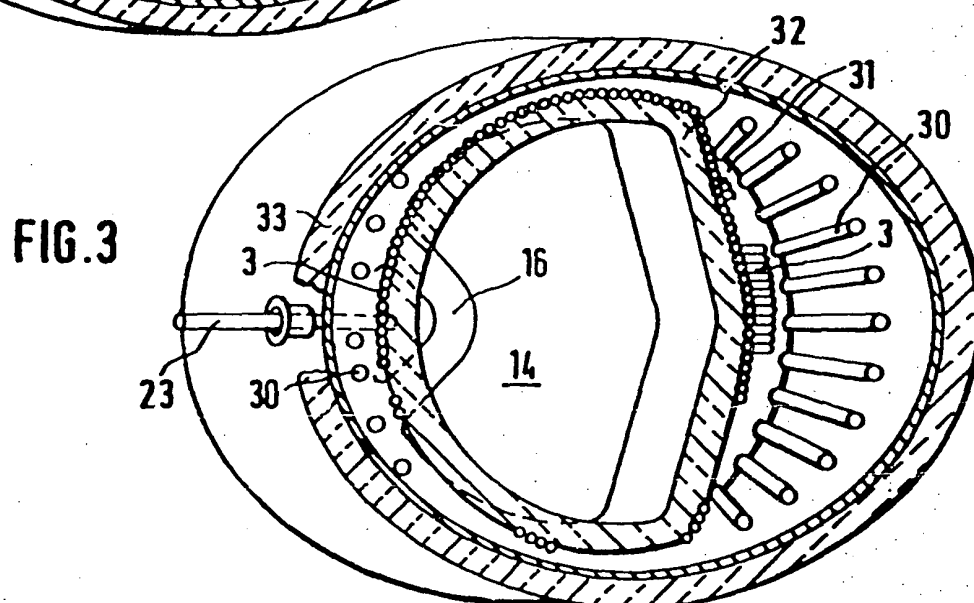
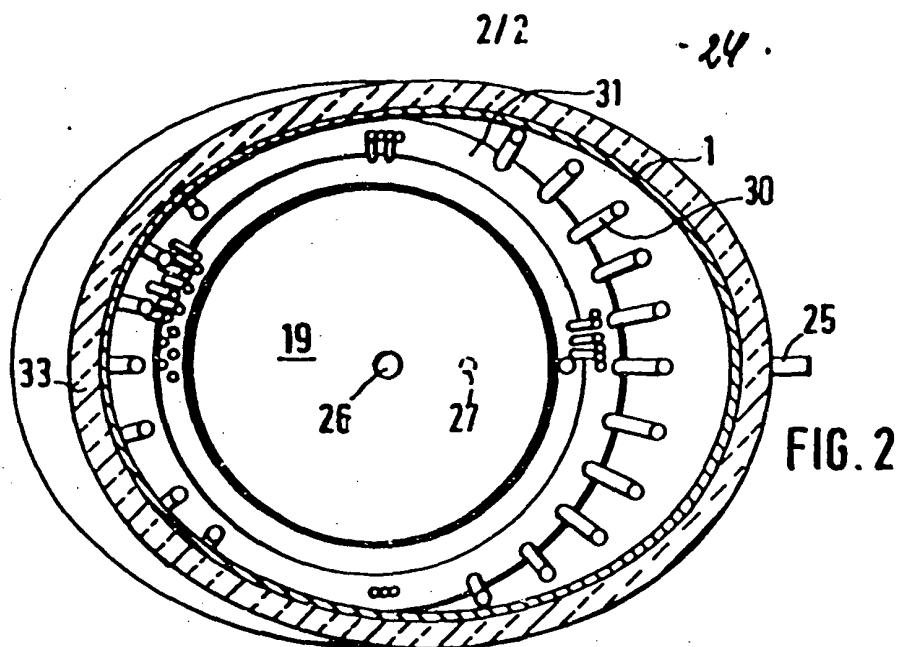
2920922

1/2

NACHGEREICHT



030026/0550



030026/0558